



XVII Konkurs Chemiczny — II etap

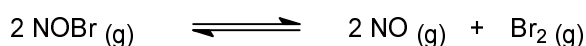


Warszawa, 15 marca 2002

Za każde zadanie można otrzymać 10 punktów (maksymalnie można uzyskać 50 punktów).

Zadanie 1

Do naczynia o pojemności 1 dm^3 , z którego usunięto powietrze, wprowadzono w temperaturze $-55 \text{ }^\circ\text{C}$ $0,01 \text{ mola NOBr}$. Następnie naczynie ogrzano do temperatury $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Ustalił się stan równowagi:



Ciśnienie w naczyniu wynosiło $3,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. Oblicz stałą równowagi K_p .

Stała gazowa $R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{ m}^3/\text{K} \cdot \text{ mol}$

Zadanie 2

Do 50 cm^3 roztworu chlorku baru, w którym ułamek molowy BaCl_2 wynosi $0,0009$ dodano 25 cm^3 roztworu chromianu(VI) potasu, K_2CrO_4 , o nieznanym stężeniu. Po odwirowaniu osadu roztwór (75 cm^3) zadano 25 cm^3 roztworu siarczanu(VI) sodu, Na_2SO_4 , o stężeniu $0,142 \%$ wagowych. Nie stwierdzono zmętnienia roztworu. Jakie było pierwotne stężenie K_2CrO_4 ?

Masy molowe (g/mol): $\text{BaCl}_2 - 208$; $\text{H}_2\text{O} - 18$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 - 142$.

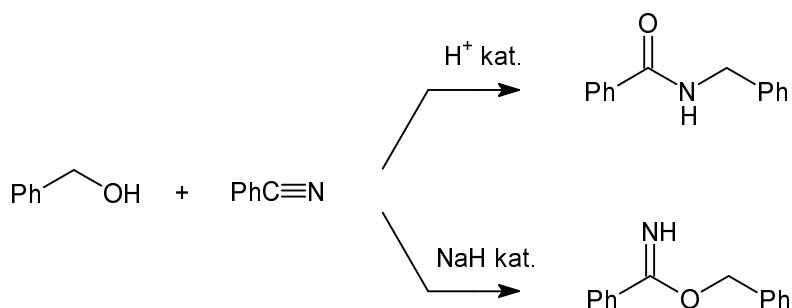
$\text{p}K_r \text{ BaCrO}_4 = 9,9$; $\text{p}K_r \text{ BaSO}_4 = 10$.

Zakładamy, że gęstości roztworów wynoszą 1 g/cm^3 .

Zadanie 3

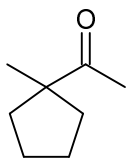
(a) Narysuj wszystkie diastereoizomery 4-bromo-1,2-dimetylocyklopentanu. Które z nich są chiralne? Zakładamy, że pierścień cyklopentanowy jest płaski.

(b) Przedstaw przebieg poniższych reakcji:

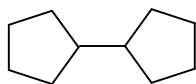


Zadanie 4

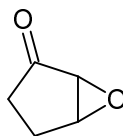
- (a) Jak z 2-metylopropenu i metanolu otrzymać 2-metoksy-2-metylopropan, a jak 1-metoksy-2-metylopropan?
- (b) Zaproponuj syntezę związków (i) – (iv) z cyklopentanonu i dowolnych innych reagentów:



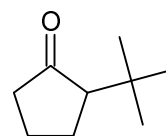
(i)



(ii)



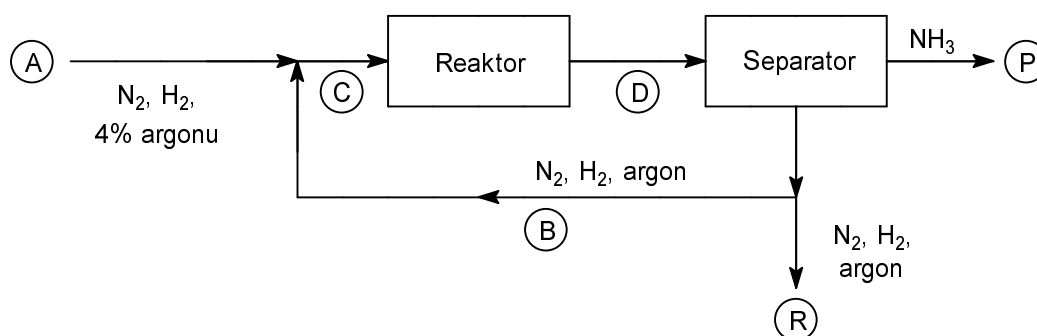
(iii)



(iv)

Zadanie 5

Syntezę amoniaku prowadzi się w instalacji, którą przedstawiono na rysunku.



Gaz syntezowy (strumień A) zawiera 4% argonu. Stosunek molowy wodoru do azotu w strumieniu A wynosi 3 ($W_A[\text{H}_2]/W_A[\text{N}_2] = 3$). Stosunek strumienia zawracanego B do strumienia A wynosi m ($W_B/W_A = m$). Wydajność procesu obliczana jako stosunek $3W_P[\text{NH}_3]/2W_A[\text{H}_2]$ wynosi 0,95. Przyjmując za podstawę bilansu 100 kmoli/h strumienia A obliczyć zależność m od stopnia przemiany wodoru w reaktorze ($m = f(x)$).

Rozwiązania zadań II etapu XVII Konkursu Chemicznego

Zadanie 1

$$n_{\text{NOBr}} = 0,01 (1 - \alpha) = 0,0018; \quad n_{\text{NO}} = 0,01 \alpha = 0,0082; \quad n_{\text{Br}_2} = 0,005 \alpha = 0,0041$$

$$\Sigma n = 0,01 (1 + \alpha/2); \quad pV = \Sigma nRT; \quad \Sigma n = 0,0141 \text{ mola}; \quad \alpha = 0,82; \quad K_p = 2,11 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Zadanie 2

$$c_{\text{BaCl}_2} = 0,05 \text{ mol/dm}^3; \quad c_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0,01 \text{ mol/dm}^3; \quad n_{\text{SO}_4^{2-}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mola}; \quad [\text{SO}_4^{2-}] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_r \text{ BaSO}_4 = [\text{Ba}^{2+}]_2 [\text{SO}_4^{2-}] \Rightarrow [\text{Ba}^{2+}]_2 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

$$n_{\text{Ba}^{2+}} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ mola}; \quad [\text{Ba}^{2+}]_1 = 5,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

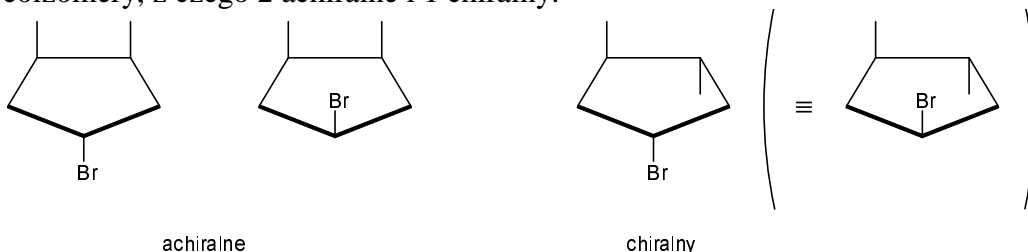
$$K_r \text{ BaCrO}_4 = [\text{Ba}^{2+}]_1 [\text{CrO}_4^{2-}] \Rightarrow [\text{CrO}_4^{2-}] = 2,36 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$n_{\text{CrO}_4^{2-}} = 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ mola}; \quad n_{\text{calc. Ba}^{2+}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mola}; \quad n_{\text{K}_2\text{CrO}_4} = 2,677 \cdot 10^{-3} \text{ mola}$$

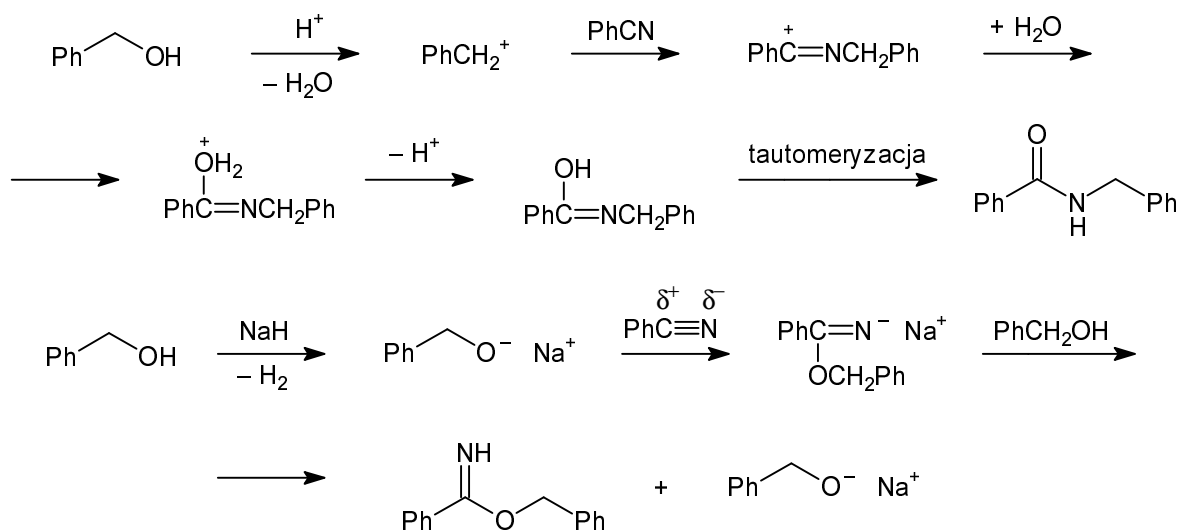
$$c_{\text{K}_2\text{CrO}_4} \geq 0,107 \text{ mol/dm}^3$$

Zadanie 3

(a) 3 diastereoizomery, z czego 2 achiralne i 1 chiralny:

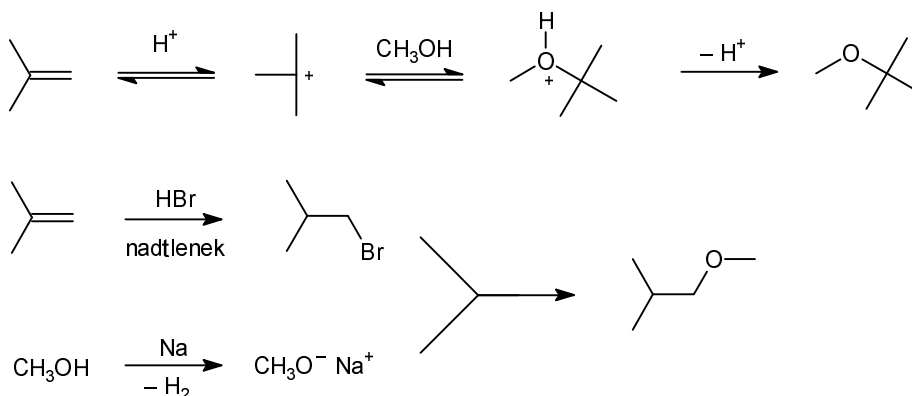


(b)

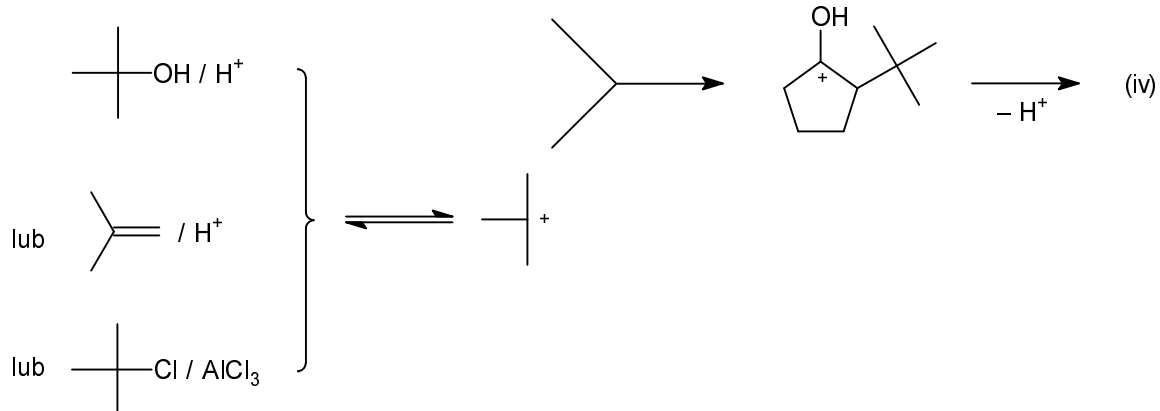
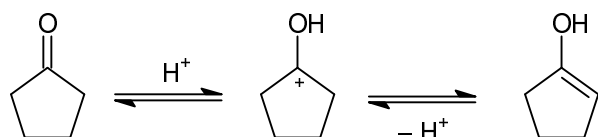
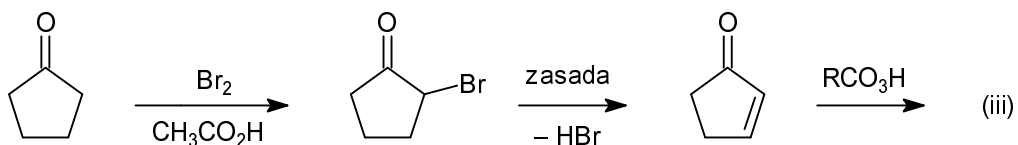
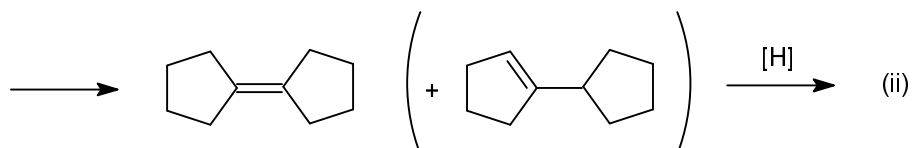
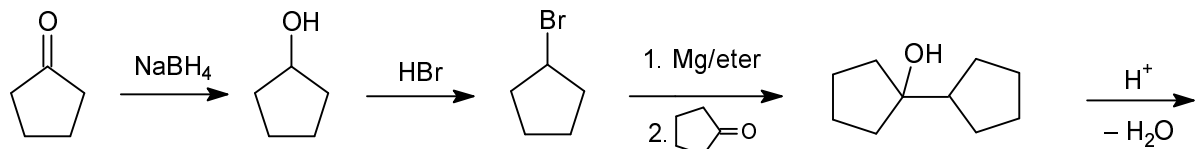
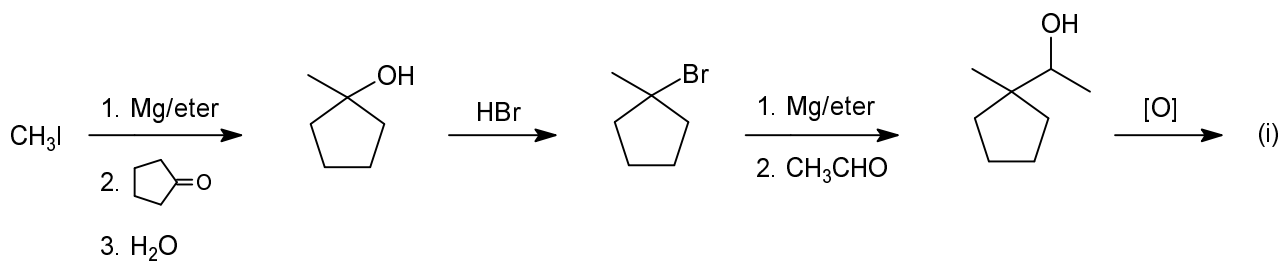


Zadanie 4 (przykładowe rozwiązania)

(a)



(b)

**Zadanie 5**

Bilans obszaru zewnętrznego

Przychód, kmol/h	Rozchód, kmol/h
N₂ : 24	N₂ : 1,2 (z bilansu azotu)
H₂ : 72	H₂ : 3,6 (z bilansu wodoru)
Ar : 4	Ar : 4
	NH₃ : 45,6

Bilans reaktora

Przychód, kmol/h	Rozchód, kmol/h
N₂ : $24 + 100 m \cdot (1,2/8,8)$	N₂ : $(24 + 100 m \cdot 1,2/8,8) (1 - x)$ z bilansu azotu
H₂ : $72 + 100 m \cdot (3,6/8,8)$	H₂ : $(72 + 100 m \cdot 3,6/8,8) (1 - x)$ z definicji x
Ar : $4 + 100 m \cdot (4/8,8)$	Ar : $4 + 100 m \cdot (4/8,8)$
	NH₃ : 45,6

Bilans wodoru

$$2 \cdot (72 + 100 m \cdot 3,6/8,8) = 2 \cdot (72 + 100 m \cdot 3,6/8,8) (1 - x) + 3 \cdot 45,6 \Rightarrow m = (68,4 - 72 x) / 40,9 x$$